

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11134691
PUBLICATION DATE : 21-05-99

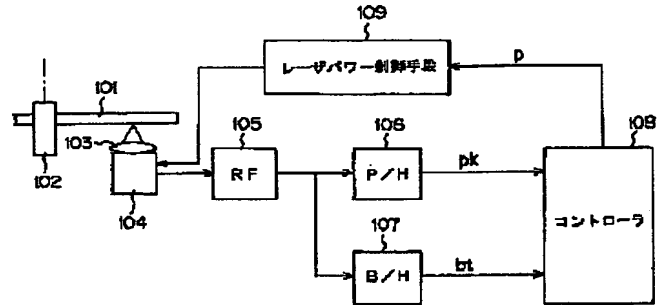
APPLICATION DATE : 30-10-97
APPLICATION NUMBER : 09298424

APPLICANT : RICOH CO LTD;

INVENTOR : SUZUKI HARUYUKI;

INT.CL. : G11B 7/125

TITLE : OPTICAL INFORMATION
RECORDING/REPRODUCING
METHOD



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a reliable and optimum recording power.

SOLUTION: In this method, the amplitude (m) of a reproducing signal is monitored by test recording while successively changing a recording power P for an optical information recording medium 101 and the changing amount gamma of (m) normalized by (m) corresponding to P versus the changing amount of P normalized by P for every P is calculated by using the equation : $\gamma = (\Delta m/m)/(\Delta P/P)$. Gamma is functionally approximated as the continuous function of P from plural combinations of P and gamma and a value corresponding to the root of P in which the continuous function becomes a prescribed value is made to be the optimum recording power.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)5月21日

C

審査請求 未請求 請求項の数 7 OL (全 12 頁)

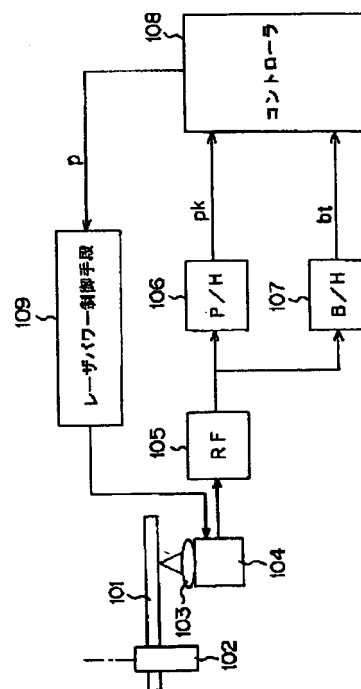
(74)代理人 弁理士 樺山 亨 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光学的情報記録再生方法

(57) 【要約】

【課題】この発明は、信頼性のある最適記録パワーを得ることができないという課題を解決しようとするものである。

【解決手段】 この発明は、光学的情報記録媒体101に対して記録パワーPを逐次変化させながらテスト記録して再生信号振幅mをモニターし、各Pに対してそのPで規格化したPの変化量に対する、そのPに対応するmで規格化したmの変化量 γ を $\gamma = (\Delta m / m) / (\Delta P / P)$ なる式で計算し、Pと γ の複数の組み合わせから γ をPの連続関数として関数近似し、この連続関数が所定値となるPの根に応じた値を最適記録パワーとする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学的情報記録媒体に対して記録パワー P を逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワー P に対応した再生信号振幅 m をモニターし、 P と m の関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法であって、各 P に対してその P で規格化した P の変化量に対する、その P に対応する m で規格化した m の変化量 g a m m a を

$$g \text{ a m m a} = (\Delta m / m) / (\Delta P / P)$$

なる式で計算し、得られた P と g a m m a の複数の組み合わせから g a m m a を P の連続関数として関数近似し、この連続関数が所定値となる P の根に応じた値を最適記録パワーとすることを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の光学的情報記録再生方法において、前記 m 、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となる m と P の組み合わせを、前記関数近似の対象から除くことを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【請求項 3】 光学的情報記録媒体に対して記録パワー P を逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワー P に対応した再生信号振幅 m をモニターし、 P と m の関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法であって、各 P と測定した m の複数の組み合わせから、 m を P の連続関数 $m(P)$ として関数近似し、次の (1) 式

$$(dm/dP) * (P/m) = \text{所定値} \cdots (1)$$

ただし、 dm/dP は $m(P)$ を P で微分した関数を満たす根 P_{target} に応じた値を最適記録パワーとすることを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【請求項 4】 請求項 3 記載の光学的情報記録再生方法において、前記 $m(P)$ は m の 2 次式として関数近似することを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【請求項 5】 請求項 4 記載の光学的情報記録再生方法において、前記 2 次式を $a * P^2 + b * P + c$ とし、該 2 次式 $a * P^2 + b * P + c$ の係数 a 、 b 、 c と前記所定値から、前記 (1) 式の根を計算し、この根に応じた値を最適記録パワーとすることを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【請求項 6】 請求項 3、4 または 5 記載の光学的情報記録再生方法において、前記 m 、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となる m と P の組み合わせを、前記関数近似の対象から除くことを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【請求項 7】 請求項 1 から 6 までのいずれかに記載の光学的情報記録再生方法において、前記根が複数あってあ

らかじめ定められた P の範囲にひとつだけ入っているとき、そのひとつの根に応じた値を最適記録パワーとし、前記根がひとつも前記範囲に入っていないか、前記根が前記範囲に複数入っているときは、どの根に応じた値も最適記録パワーとして採用しないことを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光学的情報記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 特開平 9-138946 号公報には、光学的情報記録再生方法が記載されている。この光学的情報記録再生方法は、記録信号振幅 m や記録パワー P のオフセットの影響により最適記録パワーを設定できないという課題を解決しようとするものである。この光学的情報記録再生方法は、光学的情報記録媒体に対して記録パワー P を逐次変化させながらパターンをテスト記録し、これを再生して記録パワー P に対応した記録信号振幅 m をモニターし、規格化された傾斜 $g(P)$ を $g(P) = (\Delta m / m) / (\Delta P / P)$ に従って求め、若しくは $h(P) = (\Delta m / m) / \Delta P$ に従って $h(P)$ を求め、 $g(P)$ 若しくは $h(P)$ に基づいて記録パワーの過不足を評価することにより最適記録パワーを決定して設定する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記特開平 9-138946 号公報には、上記光学的情報記録再生方法において、記録パワーに対応した再生信号振幅 m の規格化傾斜 $g(P)$ に基づいて最適記録パワーを決定する具体的な手法については言及していない。この具体的な手法は、一例として、 $g(P)$ が光学的情報記録媒体としての光ディスクの固有の所定値 G_t に等しくなる記録パワーを探し、 P_t に基づいて最適記録パワーを決定することになる。

【0004】 しかし、具体的には、例えば記録パワーを光ディスク上の場所を変えて 10 通り変化させてパターンを記録し、それらの場所からの再生信号の振幅に対してそれぞれ $g(P)$ を計算しても、ただだか 10 個のデータが得られるだけであり、これらから P_t を検索するのは困難である。また、光ディスクの記録感度ばらつき、欠陥、ゴミ、キズや、再生信号測定のばらつき、等により、10 個の $g(P)$ データはばらつくことが予想される。 $g(P)$ は単調性（単調減少または単調増加）が保証されるかどうか不明である。したがって、上記光学的情報記録再生方法では、信頼性のある最適記録パワーを得ることができないことがあり、不都合である。

【0005】 本発明は、様々な原因により再生信号振幅の測定値にばらつきがあっても正確な最適記録パワーを決定することができる光学的情報記録再生方法を提供す

ることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に係る発明は、光学的情報記録媒体に対して記録パワーPを逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワーPに対応した再生信号振幅mをモニターし、Pとmの関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法であって、各Pに対してそのPで規格化したPの変化量に対する、そのPに対応するmで規格化したmの変化量 $g \text{ } \alpha \text{ } m \text{ } a$ を

$$g \text{ } \alpha \text{ } m \text{ } a = (\Delta m / m) / (\Delta P / P)$$

なる式で計算し、得られたPと $g \text{ } \alpha \text{ } m \text{ } a$ の複数の組み合わせから $g \text{ } \alpha \text{ } m \text{ } a$ をPの連続関数として関数近似し、この連続関数が所定値となるPの根に応じた値を最適記録パワーとすることを特徴とする。

【0007】請求項2に係る発明は、請求項1記載の光学的情報記録再生方法において、前記m、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となるmとPの組み合わせを、前記関数近似の対象から除くことを特徴とする。

【0008】請求項3に係る発明は、光学的情報記録媒体に対して記録パワーPを逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワーPに対応した再生信号振幅mをモニターし、Pとmの関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法であって、各Pと測定したmの複数の組み合わせから、mをPの連続関数 $m(P)$ として関数近似し、次の(1)式

$$(dm/dP) * (P/m) = \text{所定値} \cdots (1)$$

ただし、 dm/dP は $m(P)$ をPで微分した関数を満たす根 P_{target} に応じた値を最適記録パワーとすることを特徴とする。

【0009】請求項4に係る発明は、請求項3記載の光学的情報記録再生方法において、前記 $m(P)$ はmの2次式として関数近似することを特徴とする。

【0010】請求項5に係る発明は、請求項4記載の光学的情報記録再生方法において、前記2次式を $a * P^2 + b * P + c$ とし、該2次式 $a * P^2 + b * P + c$ の係数a、b、cと前記所定値から、前記(1)式の根を計算し、この根に応じた値を最適記録パワーとすることを特徴とする。

【0011】請求項6に係る発明は、請求項3、4または5記載の光学的情報記録再生方法において、前記m、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となるmとPの組み合わせを、前記関数近似の対象から除

くことを特徴とする。

【0012】請求項7に係る発明は、請求項1から6までのいずれかに記載の光学的情報記録再生方法において、前記根が複数あってあらかじめ定められたPの範囲にひとつだけ入っているとき、そのひとつの根に応じた値を最適記録パワーとし、前記根がひとつも前記範囲に入っていないか、前記根が前記範囲に複数入っているときは、どの根に応じた値も最適記録パワーとして採用しないことを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は本発明を適用した光学的情報記録再生装置の第1の実施形態を示す。この第1の実施形態は請求項1、2、6、7に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態である。図1において、101は光学的情報記録媒体としての光ディスクである。この光ディスク101は回転駆動手段としての回転モータ102により回転駆動され、光ピックアップ104内の図示しない光源、例えばレーザ光源から出射された光ビームが対物レンズ103により光ディスク101の記録面に集光されることで光ディスク101の記録面に対するデータの記録、再生が行われる。

【0014】109は上記レーザ光源のパワーを制御手段としてのコントローラ108からのパワー指令pにより制御するレーザパワー制御手段からなる光源制御手段である。このレーザパワー制御手段109はコントローラ108からのパワー指令pに対応するパワー(供給電力)で上記レーザ光源を駆動して図示しないデータ変調手段からのパルス信号により記録データに応じて上記レーザ光源を変調する。

【0015】光ピックアップ104は、レーザ光源から出射された光ビームを対物レンズ103により光ディスク101の記録面に集光し、光ディスク101の記録面からの反射光を受光部で受光して光電変換することにより、光ディスク101の記録面からの反射光に応じたデータ信号を得る。このデータ信号は、RF検出回路105により増幅されてピークレベル検出手段としてのピーク検出回路 (P/H) 106により、その上側のピークレベルが検出される。

【0016】また、RF検出回路105からのデータ信号はその下側のピークレベル(ボトムレベル)がボトムレベル検出手段としてのボトム検出回路 (B/H) 107により検出され、ピーク検出回路106の出力信号pk及びボトム検出回路107の出力信号btがコントローラ108に入力される。コントローラ108は、一般的なマイクロコンピュータであり、CPU、プログラムROM、データRAM、A/D変換器、D/A変換器などからなる。コントローラ108は、ピーク検出回路106の出力信号pk及びボトム検出回路107の出力信号btをA/D変換器でA/D変換して取り込み、パワー指令pをD/A変換器でD/A変換してレーザパワー

10

20

30

40

50

制御手段109へ出力する。

【0017】図2は本実施形態のアルゴリズムを示す。以後、演算子表記には以下の記号を使うことがある。

【0018】*：乗算

/：除算

\sqrt{x} ：xの平方根

ステップ201でコントローラ108がレーザパワー制御手段109へのパワー指令pを逐次変化させながら、レーザパワー制御手段109がデータ変調手段からのパルス信号によりレーザ光源を未記録部と記録部とからなるパターンのデータに応じて変調して光ピックアップ104により光ディスク101上の所定の領域に未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録させる。その所定の領域はパワー校正エリア(PCA: Power Calibration Area)と呼ぶことができる。

【0019】この場合、コントローラ108がパワー指令pによりレーザ光源のパワー(記録パワー)Pを例えば4mWから11mWまで0.5mWずつ変化させて光ディスク101上の所定の領域にデータを15回記録させる。しかし、このレーザ光源のパワーPの範囲や、きざみ、あるいは光ディスク101上のどの領域にデータを記録させるか、等は設計上の選択事項である。

【0020】次に、ステップ202で、光ピックアップ104が光ディスク101上にステップ201でデータを記録させた領域からデータを再生し、光ピックアップ104からのデータ信号がRF検出回路105により増幅されてピーク検出回路106及びボトム検出回路107によりピークレベルpk及びボトムレベルbtがそれぞれ検出される。この記録パワーP対ピークレベルpk及びボトムレベルbtの関係は例えば図3に示す表のようになる。

【0021】図3の表において、Pは0.1mW単位(すなわち、40で4.0mW)に相当するが、この単位換算は設計上の事項である。また、pk、btは無単位であるが、これも設計上の事項であり、例えば0.01V単位などとしてもよい。iはインデックスである。図3に示す記録パワーP(Power)対ピークレベルpk及びボトムレベルbtの関係をプロットすると、図4に示すようになる。

【0022】次に、ステップ203は請求項2、6に係る発明を反映する。ここでは、コントローラ108は、図3の表において、ピーク検出回路106からのpkについて所定値より低いデータを排除して所定値以上のものを選択し、ピーク検出回路106からのpk及びボトム検出回路107からのbtの各組み合わせ(データ信号が同じでiが同じであるもの同士)からそれぞれ(p*

$$Pp = -b + \sqrt{b^2 - 4 * a * c} / (2 * a)$$

$$Pm = -b - \sqrt{b^2 - 4 * a * c} / (2 * a)$$

なる式で計算する。2次式の根は2つである。

*k-bt)/pkを求めてこれらの(pk-bt)/pkについて所定値より低いデータを排除して所定値以上のものを選択する。

【0023】例えば、pkに対する所定値を100のしきい値とすると、図3の表ではi=8のデータが排除される。これは、光ディスク101上に欠陥やキズ等がある、その場所の再生データレベルが不安定であるデータを排除して、後の計算や判定の信頼性を上げる効果がある。また、(pk-bt)/pkは変調度mという。再生データ振幅を評価するのに、光ディスク101の反射率そのものの影響は除きたいから、再生データ振幅(pk-bt)を再生データのピークレベルpkで規格化したものがmであり、以後再生データ振幅はmで評価する。異常値(i=8のデータ)を排除して変調度を計算した結果は図5の表に示すようになる。ここで、データ個数Nは14となる。

【0024】次に、ステップ204で、コントローラ108は、図5の表から記録パワーPに対応したmの規格化傾斜gamma=(Δm/Δp)*(p/m)を計算する。実際的には、コントローラ108は、i番目のgammaを(i-1)番目のmと(i+1)番目のmから傾斜を求め、i番目で規格化する。これはi番目のデータに対して対称にした方が正確な計算ができるためである。

【0025】その式としてはgamma(i)=(m(i+1)-m(i-1))/(p(i+1)-p(i-1))*p(i)/m(i)となり、この計算をコントローラ108で行う。ここで、0番目とN番目のgammaは上式では計算できないので捨て、データ個数Nは12となる。データは図6に示す表のようになる。

【0026】次に、ステップ205で、コントローラ108は、関数近似データとして、P(i)をx(i)とし、gamma-Gt(ただしGtはgammaの目標となる所定値)をy(i)とすることで、P(i)とgammaとGtから連続関数を近似する。gamma=GtとなるP(i)を求めたいので、gamma-Gt=0となるP(i)を求めるため、gamma-Gtを関数近似する。

【0027】次に、ステップ206で、コントローラ108は、x(i)、y(i)(データ個数12個)から2次回帰計算によりyをxの2次式y=a*x²+b*x+cとして近似し、その係数a、b、cを求める。ここに、a*x²+b*x+c=0が、求めるPである。

【0028】次に、ステップ207で、コントローラ108は、上記2次式y=a*x²+b*x+cの根Pp、Pmを

【0029】次に、ステップ208で、コントローラ1

08は、2つの根 P_p 、 P_m のうち、正しい方を求めてこれを P_t ($\gamma = G_t$ となる記録パワー P)を採用する。ここでは、コントローラ108は、あらかじめ定めたパワー範囲 $R_1 \sim R_2$ の間に P_p 、 P_m のどちらか一方だけが入っているときにはその一方を P_t として採用し、 $R_1 \sim R_2$ の間に P_p 、 P_m の両方が入っている時、及び $R_1 \sim R_2$ の間に P_p 、 P_m の両方が入っていない時にはエラー(求めるパワーが存在しなかった)とする。これは請求項7に係る発明に対応する。

【0030】上記エラーは、光ディスク101が不正な光ディスクであったり、何らかのハードウェア不良が発生したり、光ディスク101上のPCAに大きなキズなどがあってパターンを光ディスク101上のPCAに正しく記録できなかったりする等により発生する。このような場合は、ステップ201からリトライするか、あるいは記録パワーとして固定パワーを採用するか、光ディスク101を不良として排出するか、様々な対策が考えられる。いずれにせよ、ステップ208の判断により、不正な記録パワーが採用されず、良好な記録や、レーザー光源の保護、光ディスク101記録膜の保護など多くの効果がある。

【0031】図7は、この実施形態において、 $\gamma = G_t = 1.3$ としたときに、これに相当するパワー P_0 の求まる様子を示す。 γ の測定値プロットはかなりばらつきがあり、そのままでは正しいパワー P_0 が求まらない。 γ を2次近似した曲線(a)により、 $\gamma = G_t = 1.3$ となるパワーを P_0 とすることで、パワーのばらつきが抑えられる。

【0032】この第1の実施形態は、請求項1に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、光学的情報記録媒体としての光ディスク101に対して記録パワー P を逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワー P に対応した再生信号振幅 m をモニターし、 P と m の関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生装置において、各 P に対してその P で規格化した P の変化量に対する、その P に対応する m で規格化した m の変化量 γ を

$$\gamma = (\Delta m / m) / (\Delta P / P)$$

なる式で計算し、得られた P と γ の複数の組み合わせから γ を P の連続関数として関数近似し、この連続関数が所定値となる P の根に応じた値を最適記録パワーとするので、光ディスクの記録感度ばらつき、欠陥、ゴミや、再生信号測定ばらつき、等により再生信号振幅の測定データがばらついていても、正確な最適記

* 録パワーが得られる。また、関数近似により、少ない個数のデータで最適記録パワーを決定することができ、テスト記録時間及び再生信号振幅の評価時間を短縮することができる。

【0033】また、この第1の実施形態は、請求項2に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、請求項1記載の光学的情報記録再生方法を適用した光学的情報記録再生装置において、前記 m 、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となる m と P の組み合わせを、前記関数近似の対象から除くので、光ディスク上の欠陥やゴミ、キズ等が有って、その場所に記録したテスト信号の再生信号に信頼性が欠けていても、そのデータを排除して計算することができ、より正確に最適記録パワーを得ることができる。

【0034】次に、本発明を適用した光学的情報記録再生装置の第2の実施形態を説明する。この第2の実施形態は請求項3～7に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態である。この第2の実施形態の背景は、図7に示すように、規格化傾斜 γ が、再生データ振幅 m の測定ばらつきや、光ディスク101上の記録感度ばらつきによる再生信号振幅ばらつき、などの影響を増幅する傾向にあることである。

【0035】これは、 γ という量が、再生信号振幅 m を記録パワー P で微分した量を基本とするため、どうしてもノイズを増幅しがちであることに起因する。図7を見ても、 m のばらつきに比べて、 γ のばらつきの方がかなり大きいことがわかる。このような γ を元にして最適記録パワーを決定したのでは、いかに関数近似をしても最適記録パワーのばらつきを抑えられない懸念がある。そこで、 γ でなく m の方を関数近似するのが第2の実施形態である。

【0036】第2の実施形態では、上記第1の実施形態において、図2に示すアルゴリズムの代りに図8に示すアルゴリズムが実行される。ステップ701～703は上記ステップ201～203と同じである。ステップ704では、コントローラ108は、関数近似対象となる、 $x(i)$ を $P(i)$ とし、 $y(i)$ を $m(i)$ とすることで、 $P(i)$ と $m(i)$ から連続関数を近似する。図5によれば、データ個数は14個である。

【0037】次に、ステップ705で、コントローラ108は、 $x(i)$ 、 $y(i)$ から2次回帰計算により y を x の2次式 $y = a * x^2 + b * x + c$ として近似し、その係数 a 、 b 、 c を求める。次に、ステップ706で、コントローラ108は、

$$P_p = (-b * (G_t - 1) + \sqrt{b^2 * (G_t - 1)^2 - 4 * a * (G_t - 2) * c * G_t}) / 2 * a * (G_t - 2) \dots (1a)$$

$$P_m = (-b * (G_t - 1) - \sqrt{b^2 * (G_t - 1)^2 - 4 * a * (G_t - 2) * c * G_t}) / 2 * a * (G_t - 2) \dots (1b)$$

なる式を計算する。この式の論理的背景に関しては後述するが、この P_p 、 P_m のどちらかが、求めるパワー P_t 、すなわち $\gamma = G_t$ となるパワーである。

【0038】次に、ステップ 707 で、ステップ 208 と同様に、コントローラ 108 は、2つの根 P_p 、 P_m のうち、正しい方 ($\gamma = G_t$ となる記録パワー P) を求めてこれを P_t として採用する。ここでは、コントローラ 108 は、あらかじめ定めたパワー範囲 $R_1 \sim R_2$ の間に P_p 、 P_m のどちらか一方だけが入っているときにはその一方を P_t として採用し、 $R_1 \sim R_2$ の間に P_p 、 P_m の両方が入っている時、及び $R_1 \sim R_2$ の間に P_p 、 P_m の両方が入っていない時にはエラー (求めるパワーが存在しなかった) とする。これは請求*

$$\gamma = (2 * a * P + b) * (P / (a * P^2 + b * P + c)) = G_t \cdot \cdot (2)$$

となる。

【0040】式 (2) をさらに計算すると、
 $a * (G_t - 2) * P^2 + b * (G_t - 1) * P + c * G_t = 0$

が得られる。この式の根が式 (1a) (1b) となる。言い換えれば、式 (1a) (1b) は、再生信号振幅 m を記録パワー P の 2 次式として関数近似し、この式から m の規格化傾斜 $\gamma = (dm/dP) * (P/m)$ が所定値 G_t に等しくなるパワー P を求める式である。

【0041】この第 2 の実施形態のアルゴリズムは、規格化傾斜 γ を直接に計算せず、振幅 m の方を関数近似した係数だけから目標パワー P_t を求めるため、 γ を計算したときに生ずるばらつきを小さく抑えられる。図 9 は、第 2 の実施形態のように $m(P)$ を 2 次近似した係数 a 、 b 、 c を使って、式 (2) による γ をプロットした曲線 (b) を示す。図 9 において、曲線 (c) はプロットした m を 2 次近似したものの、(a) は第 1 の実施形態と同じで、 m から直線に求めた γ を 2 次近似したものを示す。

【0042】 γ の目標値 G_t を 1.3 としたとき、式 (1a) (1b) から計算されるパワー P_t (P_m または P_p) は、 P_{0b} となり、第 1 の実施形態で計算される P_{0a} とは異なる値になる。これは、曲線

(a) が γ のプロットから近似したもので、 γ のばらつきを反映してしまっているのに比べ、曲線 (b) が m のプロットから近似したものの (曲線 (c)) から γ を計算しているので、ばらつきの影響が小さくなっているためである。

【0043】この第 2 の実施形態は、請求項 3 に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、光学的情報記録媒体としての光ディスク 101 に対して記録パワー P を逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワー P に対応し

* 項 7 に係る発明に対応する。

【0039】ここで、上式 (1a) (1b) が成立する理論的背景を記す。求めたいのは、規格化傾斜 $\gamma = (dm/dP) * (P/m)$ が $\gamma = G_t$ (G_t は光ディスク 101 固有の所定値) となるパワー P_t である。そこで、 $\gamma = (dm/dP) * (P/m) = G_t$ を、 m が P の 2 次式 $m = a * P^2 + b * P + c$

であるとして解析的に計算する。 dm/dP は P の微分であるので、

$$dm/dP = 2 * a * P + b$$

である。したがって、

た再生信号振幅 m をモニターし、 P と m の関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法を適用した光学的情報記録再生装置であって、各 P と測定した m の複数の組み合わせから、 m を P の連続関数 $m(P)$ として関数近似し、次の (1) 式

$$(dm/dP) * (P/m) = \text{所定値} \cdot \cdot \cdot (1)$$

ただし、 dm/dP は $m(P)$ を P で微分した関数を満たす根 P_{target} (P_m 、 P_p のいずれか一方) に応じた値を最適記録パワーとするので、 m をまず関数近似した結果から P_{target} を求めることになり、測定した m に対して規格化傾斜を求める場合のように測定ばらつきが増幅されてしまうことがなく、再生信号振幅の測定ばらつきに対してより正確に最適記録パワーを得ることができる。

【0044】また、第 2 の実施形態は、請求項 4 に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、請求項 3 記載の光学的情報記録再生方法を適用した光学的情報記録再生装置において、前記 $m(P)$ は m の 2 次式として関数近似するので、計算が簡単であり、低コストにできる。また、計算時間も早いので、テスト、再生信号振幅の評価時間を短縮できる。

【0045】また、第 2 の実施形態は、請求項 5 に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、請求項 4 記載の光学的情報記録再生方法を適用した光学的情報記録再生装置において、前記 2 次式を $a * P^2 + b * P + c$ とし、該 2 次式 $a * P^2 + b * P + c$ の係数 a 、 b 、 c と前記所定値から、前記 (1) 式の根を計算し、この根に応じた値を最適記録パワーとすることで、規格化傾斜 γ 自体を計算することなく、直接に最適記録パワーを計算でき、処理が単純になり、低コストにでき、処理時間も早くなる。

【0046】また、第 2 の実施形態は、請求項 6 に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、請求項 3、4 または 5 記載の光学的情報記録再生方法を適用した光学的情報記録再生装置において、前記

20

30

40

50

m、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となるmとPの組み合わせを、前記関数近似の対象から除くので、光ディスク上の欠陥やゴミ、キズ等がある、その場所に記録したテスト信号の再生信号に信頼性が欠けていても、そのデータを排除して計算することになり、より正確に最適記録パワーを得ることができる。

【0047】また、第1の実施形態及び第2の実施形態は、請求項7に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、請求項1から6までのいずれかに記載の光学的情報記録再生方法を適用した光学的情報記録再生装置において、前記根が複数あってあらかじめ定められたPの範囲にひとつだけ入っているとき、そのひとつの根に応じた値を最適記録パワーとし、前記根がひとつも前記範囲に入っていないか、前記根が前記範囲に複数入っているときは、どの根に応じた値も最適記録パワーとして採用しないので、不正な光ディスクや、何らかのハードウェア不良、PCAエリアに大きなキズなどがあって、正しく記録できなかった、等の予期できない不具合があっても、不正な記録パワーを採用せず、良好な記録や、レーザ光源の保護、光ディスク記録膜の保護など多くの効果がある。

【0048】次に、上記図2のステップ201、201、203、204の具体的処理を説明する。図10はステップ201の処理例で、P(i) (i=0...14) に記録パワー値として図3のPが入っているとすれば、コントローラ108がレーザパワー制御手段109へのパワー指令pを逐次変化させてPを0番から14番まで逐次変えながら、レーザパワー制御手段109がデータ変調手段からのパルス信号によりレーザ光源を未記録部と記録部とからなるパターンのデータに応じて変調して光ピックアップ104により光ディスク101上の異なる場所sector(i)に未記録部と記録部とからなるパターンを書き込む。

【0049】図11はステップ202の処理例であり、ステップ201でコントローラ108が光ディスク101上のパターンを書き込んだ場所sector(i)を順次に探索(Seek)して光ピックアップ104によりパターンを再生し、それぞれの場所からの再生信号のピークデータpkとボトムデータbtをピーク検出回路106及びボトム検出回路107により測定し、これをコントローラ108がpk(i)、bt(i)としてメモリに格納する。これが図3の表となる。

【0050】図12はステップ203の処理例である。コントローラ108は、図3の表を参照し、0番目から14番目までのデータに対して、振幅amp(i)=pk(i)-bt(i)とし、pk(i)が所定値const1より大きく、かつ変動度m=amp/pkが所定値const2より大きいときのみ、mとpの組み合わせを採用する。言い換えると、そうでないデータを排除

する。jは、採用したデータの表における順番を0から順に詰めるインデックスである。この結果、図5の表ができる。

【0051】図13はステップ204の処理例であり、コントローラ108は図5の表の0番目(先頭)とN番目(最後)を除き、規格化傾斜を計算する。この結果、図6の表ができる。なお、上記実施形態において、図3の表などの数値例、Gtなど各種所定値、具体的な計算式、等は、上記のものに限定されるものではなく、各請求項に係る発明の範囲内で様々な変形が可能である。

【0052】上記第1の実施形態及び第2の実施形態で求めたパワーPtは、そのまま最適記録パワーとして用いるのではなく、Ptに光ディスク固有の定数ρを乗じて、Pt*ρを最適記録パワーとするのが好ましい場合がある。このように、Ptからさらに演算等により最適記録パワーを修正するのは、装置設計上の選択事項である。本発明の範囲はPtに応じた値を最適記録パワーとすることにある。

【0053】

【発明の効果】以上のように請求項1に係る発明によれば、光学的情報記録媒体に対して記録パワーPを逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワーPに対応した再生信号振幅mをモニターし、Pとmの関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法であって、各Pに対してそのPで規格化したPの変化量に対する、そのPに対応するmで規格化したmの変化量gammaを

$$\gamma = (\Delta m / m) / (\Delta P / P)$$

なる式で計算し、得られたPとgammaの複数の組み合わせからgammaをPの連続関数として関数近似し、この連続関数が所定値となるPの根に応じた値を最適記録パワーとするので、光ディスクの記録感度ばらつき、欠陥、ゴミや、再生信号測定ばらつき、等により再生信号振幅の測定データがばらついていても、正確な最適記録パワーが得られる。また、関数近似により、少ない個数のデータで最適記録パワーを決定することができ、テスト記録時間及び再生信号振幅の評価時間を短縮することができる。

【0054】請求項2に係る発明によれば、請求項1記載の光学的情報記録再生方法において、前記m、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となるmとPの組み合わせを、前記関数近似の対象から除くので、光ディスク上の欠陥やゴミ、キズ等がある、その場所に記録したテスト信号の再生信号に信頼性が欠けていても、そのデータを排除して計算することができ、より正確に最適記録パワーを得ることができる。

【0055】請求項3に係る発明によれば、光学的情報記録媒体に対して記録パワーPを逐次変化させながら未

記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワーPに対応した再生信号振幅mをモニターし、Pとmの関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法であって、各Pと測定したmの複数の組み合わせから、mをPの連続関数 $m(P)$ として関数近似し、次の(1)式

$$(dm/dP) * (P/m) = \text{所定値} \cdots (1)$$

ただし、 dm/dP は $m(P)$ をPで微分した関数を満たす根 P_{target} に応じた値を最適記録パワーとするので、mをまず関数近似した結果から P_{target} を求めることになり、測定したmに対して規格化傾斜を求める場合のように測定ばらつきが増幅されてしまうことがなく、再生信号振幅の測定ばらつきに対してより正確に最適記録パワーを得ることができる。

【0056】請求項4に係る発明によれば、請求項3記載の光学的情報記録再生方法において、前記 $m(P)$ はmの2次式として関数近似するので、計算が簡単であり、低コストにできる。また、計算時間も早いので、テスト、再生信号振幅の評価時間を短縮できる。

【0057】請求項5に係る発明によれば、請求項4記載の光学的情報記録再生方法において、前記2次式を $a * P^2 + b * P + c$ とし、該2次式 $a * P^2 + b * P + c$ の係数a、b、cと前記所定値から、前記(1)式の根を計算し、この根に応じた値を最適記録パワーとするので、規格化傾斜 γ 自体を計算することなく、直接に最適記録パワーを計算でき、処理が単純になり、低コストにでき、処理時間も早くなる。

【0058】請求項6に係る発明によれば、請求項3、4または5記載の光学的情報記録再生方法において、前記m、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となるmとPの組み合わせを、前記関数近似の対象から除くので、光ディスク上の欠陥やゴミ、キズ等があり、その場所に記録したテスト信号の再生信号に信頼性が欠けていても、そのデータを排除して計算することになり、より正確に最適記録パワーを得ることができる。

【0059】請求項7に係る発明によれば、請求項1から6までのいずれかに記載の光学的情報記録再生方法において、前記根が複数あってあらかじめ定められたPの範囲にひとつだけ入っているとき、そのひとつの根に応じた値を最適記録パワーとし、前記根がひとつも前記範囲に入っていないか、前記根が前記範囲に複数入ってい

るときは、どの根に応じた値も最適記録パワーとして採用しないので、不正な光ディスクや、何らかのハードウェア不良、PCAエリアに大きなキズなどがあって、正しく記録できなかった、等の予期できない不具合があっても、不正な記録パワーを採用せず、良好な記録や、レーザ光源の保護、光ディスク記録膜の保護など多くの効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した光学的情報記録再生装置の第1の実施形態を示すブロック図である。

【図2】同実施形態のアルゴリズムを示すフローチャートである。

【図3】同実施形態の記録パワー対ピークレベル及びボトムレベルの関係を示す図である。

【図4】同実施形態の記録パワー対ピークレベル及びボトムレベルの関係をプロットした特性図である。

【図5】同実施形態の異常値を排除して変調度を計算した結果を示す図である。

【図6】同実施形態の γ を計算した結果を示す図である。

【図7】同実施形態において、 $\gamma = Gt = 1.3$ としたときに、これに相当するパワーP0の求まる様子を示す図である。

【図8】本発明の第2の実施形態のアルゴリズムを示すフローチャートである。

【図9】同第2の実施形態のmから直線に求めた γ を2次近似した曲線(a)、 γ をプロットした曲線(b)、プロットしたmを2次近似した曲線(c)を示す図である。

【図10】図2のステップ201の処理例を示すフローチャートである。

【図11】図2のステップ202の処理例を示すフローチャートである。

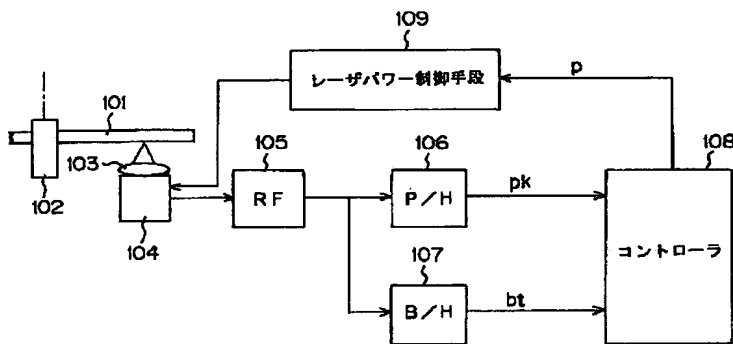
【図12】図2のステップ203の処理例を示すフローチャートである。

【図13】図2のステップ204の処理例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

101	光ディスク
104	光ピックアップ
106	ピーク検出回路
107	ボトム検出回路
108	コントローラ

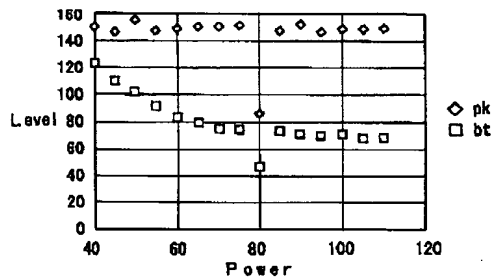
【図1】



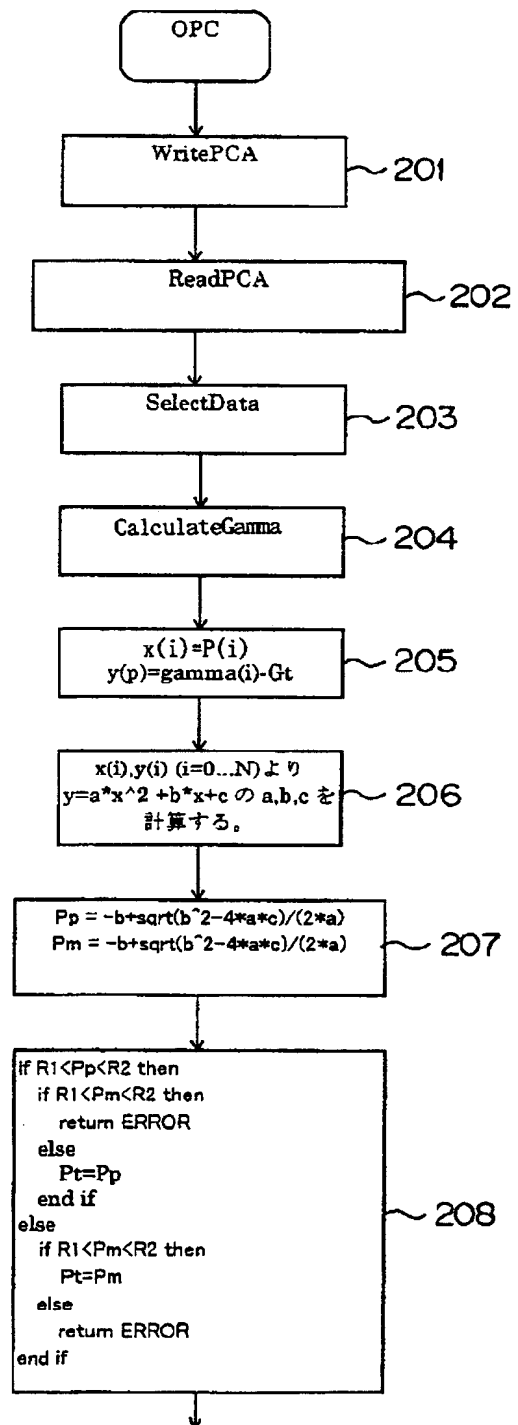
【図3】

i	P	pk	bt
0	40	150	123
1	45	147	110
2	50	156	102
3	55	148	92
4	60	149	83
5	65	151	79
6	70	151	75
7	75	152	74
8	80	86	46
9	85	148	73
10	90	153	71
11	95	147	70
12	100	149	71
13	105	149	68
14	110	150	69

【図4】



【図2】



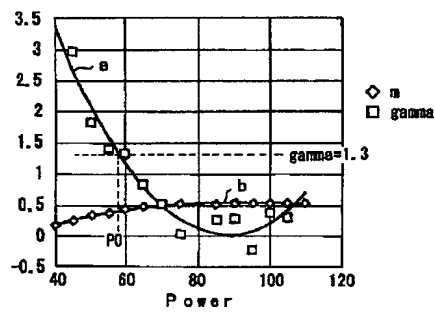
【図 5】

i	P	pk	bt	m
0	40	150	123	0.18
1	45	147	110	0.251701
2	50	156	102	0.346154
3	55	148	92	0.378378
4	60	149	83	0.442953
5	65	151	79	0.476821
6	70	151	75	0.503311
7	75	152	74	0.513158
8	85	148	73	0.506757
9	90	153	71	0.535948
10	95	147	70	0.52381
11	100	149	71	0.52349
12	105	149	68	0.543624
13	110	150	69	0.54

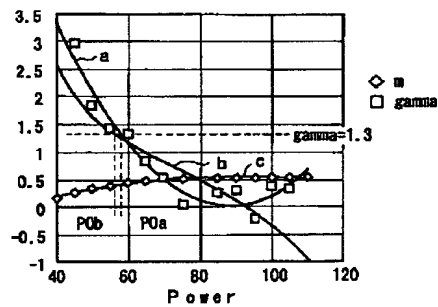
【図 6】

i	P	pk	bt	m	gamma
0	40	150	123	0.18	
1	45	147	110	0.251701	2.970581
2	50	156	102	0.346154	1.829789
3	55	148	92	0.378378	1.407045
4	60	149	83	0.442953	1.333453
5	65	151	79	0.476821	0.8228
6	70	151	75	0.503311	0.505387
7	75	152	74	0.513158	0.033572
8	85	148	73	0.506757	0.254841
9	90	153	71	0.535948	0.288382
10	95	147	70	0.52381	-0.22594
11	100	149	71	0.52349	0.37851
12	105	149	68	0.543624	0.318889
13	110	150	69	0.54	

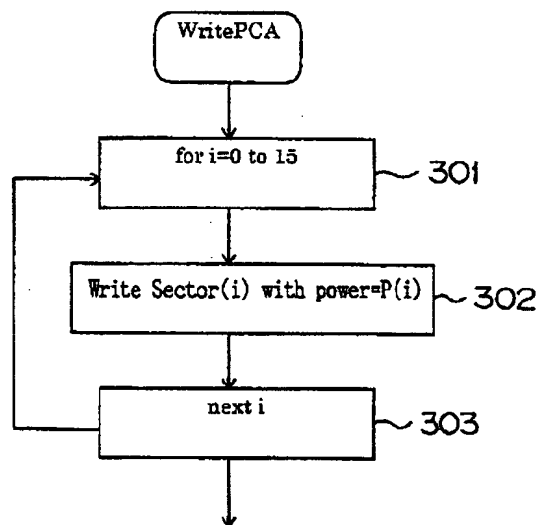
【図 7】



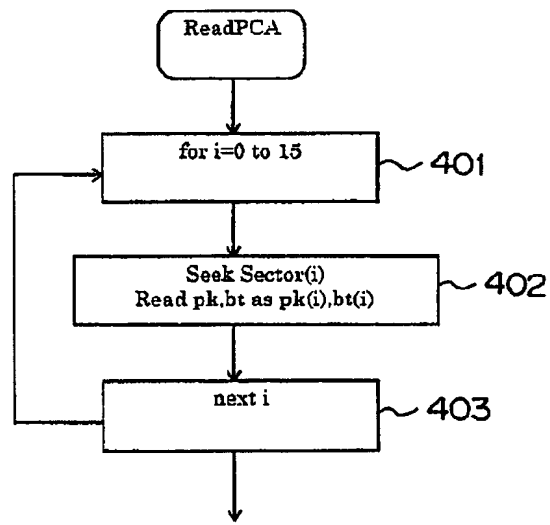
【図 9】



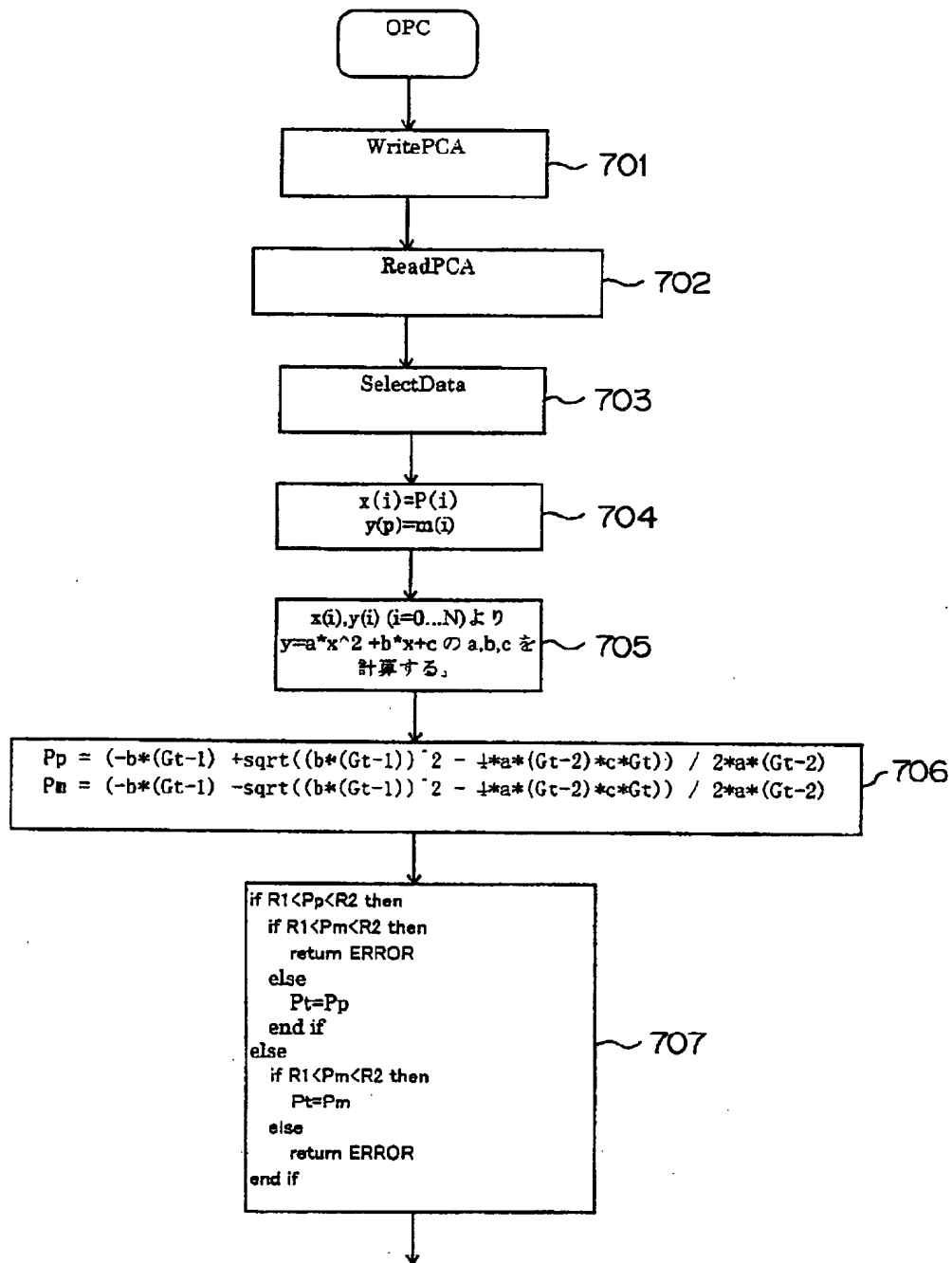
【図 10】



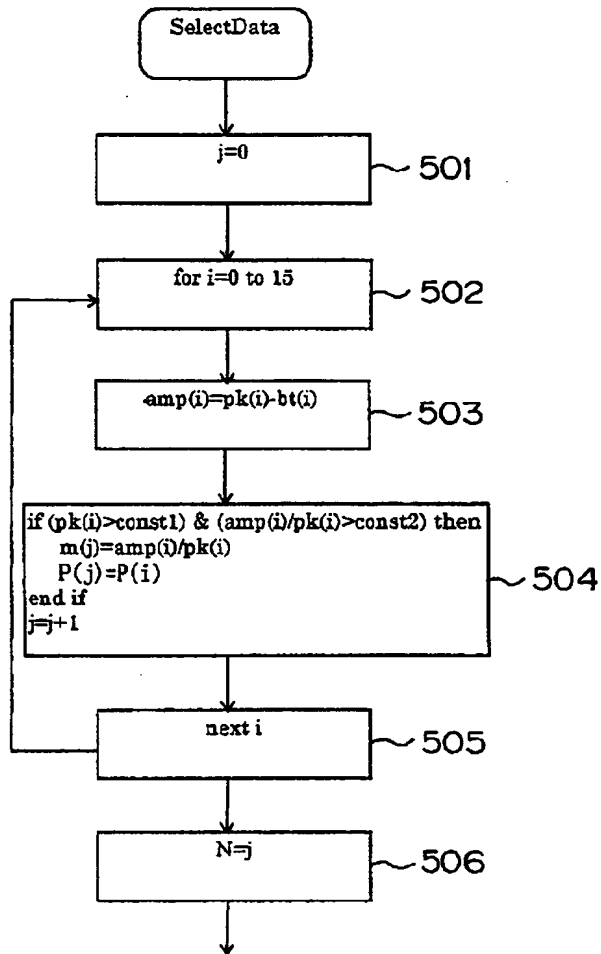
【図 11】



【図8】



【図 1 2】



【図 1 3】

